Zinksulfat

ein neues Fällungsmittel für Albumosen.

Inaugural-Dissertation

der

hohen philosophischen Fakultät der Universität Rostock

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt

von

Carl Baumann

aus Münster i. Westf.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Rostock.

Carl Boldt'sche Hof-Buchdruckerei.

1897.

Referent: Herr Professor Dr. **A. Michaelis.**

Meiner lieben Mutter

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552725_0138

Zinksulfat ein neues Fällungsmittel für Albumosen.

Für die Fällung der Albumosen in Fleischpräparaten war bisher fast ausschliesslich Ammonsulfat in Gebrauch. Die quantitative Bestimmung der durch Ammonsulfat abgeschiedenen Albumosen bietet aber wegen des Stickstoffgehaltes des Fällungsmittels nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Für die Ausführung dieser Methode sind drei Modifikationen gebräuchlich. Die Fällung durch Ammonsulfat ist bei allen dreien gleich, indes weichen sie in der Bestimmung der Albumosen von einander ab.

1. Die durch gesättigte Ammonsulfatlösung abgeschiedenen Albumosen werden durch ein tariertes Filter filtriert und mit gesättigter Ammonsulfatlösung ausgewaschen, das Filter nebst Inhalt und anhaftendem Ammonsulfat in einem Trockengläschen getrocknet und gewogen. Dann wird der Inhalt des Kölbchens mit Wasser auf 500 cc aufgefüllt und in 100 cc mit Chlorbaryum die Schwefelsäure gefällt. Das gefundene Baryumsulfat, mit 0,556 multipliziert, ergiebt die entsprechende Menge Ammonsulfat. Diese, mit 5 multipliziert, liefert die Gesammtmenge des im Niederschlage enthaltenen Ammonsulfates. Von dem Gesammtgewicht des Niederschlages wird die so gefundene Salzmenge abgezogen. Der verbleibende Rest giebt die gefällten Albumosen an.

2. Oder der Albumosenstickstoff wird in der Weise ermittelt, dass der Filterinhalt (Albumosen + Ammon-

sulfat) in Wasser gelöst und in aliquoten Teilen der Lösung der Gesammtstickstoff nach Kjeldahl und der Ammoniakstickstoff durch Destillation mit Magnesiumoxyd bestimmt wird. Die Differenz dieser Stickstoffmengen ist der Albumosenstickstoff.

3. Oder das Ammonsulfat wird durch mehrmaliges Eindampfen mit Baryumkarbonat zersetzt, dann wird vom Baryumsulfat resp. -karbonat abfiltriert, die Flüssigkeit in einer Platinschale eingedampft, bei 100° C. getrocknet und gewogen, dann verascht, weil auch Salze in das Filtrat übergehen können, und nochmals gewogen. Die Differenz der beiden Wägungen ergiebt die Albumosenmenge.

Von diesen drei Modifikationen liefert die erste, wenn nur geringe Mengen von Albumosen vorhanden sind, keine genauen Resultate, da die durch die an und für sich schon mit Fehlern behaftete Schwefelsäurebestimmung gefundene Schwefelsäuremenge nur in einem Teil der Albumosenlösung bestimmt werden kann und sich so die Fehler noch bedeutend erhöhen.

Ebenso ist die zweite Modifikation beim Vorhandensein geringer Albumosenmengen ungenau, wie alle derartigen indirekten Methoden.

Bei geringen Mengen von Albumosen ist von vorstehenden Modifikationen die dritte die geeignetste, da bei dieser die Albumosen als solche zur Wägung gelangen. Immerhin bietet die Ausführung der Bestimmung aber einige Schwierigkeiten. Ein weiterer schwerwiegender Nachteil der Albumosenfällung mit Ammonsulfat ist der, dass das eine Mal in den Modifikationen 1 und 3 die Albumosen als solche bestimmt werden und dann bei der Phosphorwolframsäurefällung der Stickstoff bestimmt wird.

In den Fleischpräparaten kann auch Leim enthalten sein, der einen höheren Stickstoffgehalt (etwa 18,8%) hat, als die tierischen Eiweisskörper (etwa 16%). In diesem Fall ist es nicht gleichgültig, ob einmal die Albumosen als solche bestimmt werden und dann bei der Gesammt-

bestimmung der Eiweisskörper durch Phosphorwolframsäure der Stickstoff bestimmt wird.

Ein Beispiel möge dies erläutern:

Durch Ammonsulfat seien 0,5 g Albumosen, bestehend aus gleichen Teilen Eiweiss- und Leimalbumosen, ausgefällt. In 0,5 g reinen Eiweissalbumosen betrage der Stickstoff 0,08 g. In diesem Falle aber, wo die Hälfte aus Eiweissalbumosen bestände, 0,087 g Stickstoff. Durch Phosphorwolframsäure seien 0,124 g Stickstoff an Albumosen + Pepton gefällt. Für die Bestimmung der Peptone müsste nun nicht der durch Division von 0,5 durch 6,25 erhaltene Stickstoff 0,08 g vom Stickstoff des Phosphorwolframsäureniederschlages in Abzug gebracht werden, sondern die durch direkte Bestimmung gefundene Stickstoffmenge 0,087 g. Nur so gelangt man zu einem richtigen Resultate.

A. Bömer hat in einer vorläufigen Mitteilung für diese Fällung das Zinksulfat anstatt des Ammonsulfates vorgeschlagen.

Die Verwendung des Salzes hat folgende Vorzüge:

1. Die Stickstoffbestimmung des Niederschlages ist direkt ausführbar.

2. Im Filtrate ist die Fällung der Peptone + Fleischbasen ausführbar.

3. Es werden hierdurch die Fehler vermieden, welche durch den verschiedenen Stickstoffgehalt von Leim- und Eiweissalbumosen bedingt werden.

A. Bömer hat bei seinem Vorschlag als Beispiel für die Brauchbarkeit der Methode angegeben, dass sowohl aus Kemmerichs „Pepton“, sowie aus Cibils Extrakt die Albumosen durch Zinksulfat ebenso vollständig ausgefällt wurden, wie durch Ammonsulfat. Es entstand in den Filtraten in beiden Fällen keine Biuretreaktion mehr.

Im Nachfolgenden habe ich auf Veranlassung von A. Bömer diese Methode der Albumosenfällung eingehend geprüft, um die bei der Ausfällung geeignetsten Verhält-

nisse ausfindig zu machen und die Genauigkeit der Methode bei verschiedenen Eiweisspräparaten zu prüfen.

Es waren vorwiegend folgende Punkte bei der Fällung mit Zinksulfat noch zu studieren:

1. Werden Albumosen in verschiedenen Eiweisspräparaten durch Zinksulfat gleich vollständig gefällt wie durch Ammonsulfat?

2. Welcher Säuregehalt ist bei der Fällung mit Zinksulfat der geeignetste?

3. Wie verhalten sich andere Stickstoffverbindungen gegen eine gesättigte Zinksulfatlösung, so namentlich Ammonsalze, Amide und Fleischbasen?

4. Unter welchen Bedingungen ist die Fällung der Peptone und Fleischbasen durch Phosphorwolframsäure im Filtrate der Zinksulfatfällung am vorteilhaftesten auszuführen?

5. Ist die Fällung der letzteren ebenso vollständig oder vollständiger, wie bei der Fällung mit Phosphorwolframsäure in der wässrigen Lösung der Eiweisspräparate?

I. Bei welchem Säuregehalt ist die Fällung der Albumosen durch Zinksulfat eine vollständige?

Giebt man zu den neutralen Lösungen der Fleischextrakte resp. „Peptone“ wenig Zinksulfat, so scheiden sich Flocken aus, die auf Zusatz von Salz- oder Schwefelsäure verschwinden. Sie bestehen wohl vorwiegend aus phosphorsaurem Zink. Filtriert man diesen Niederschlag ab, löst ihn in wenig Wasser, giebt Salpetersäure und Molybdänlösung hinzu, so scheidet sich der charakteristische gelbe Niederschlag von phosphormolybdänsaurem Ammoniak ab. Der entstehende Niederschlag von phosphorsaurem Zink beeinträchtigt die Bestimmung der Albumosen nicht.

A. Bömer hat indes auf 50 cc der zu fällenden Lösung 1 cc verdünnte Schwefelsäure (1 + 4) = 0,4 Vol.-Proz. zugesetzt. Da dieser Säurezusatz wohl nicht auf Grund

eingehender Versuche als der vorteilhafteste erkannt ist, sondern nur eine schwache Ansäuerung bezwecken soll, so ist zu prüfen, welcher Säuregehalt für die Fällung der geeignetste ist, ein niederer, oder gar Fällung in neutraler Lösung oder ein höherer Säurezusatz.

Dieser Nachweis liess sich am besten mit solchen Präparaten liefern, die keine Peptone enthielten, also nach Ausfällung der Albumosen mit Ammonsulfat im Filtrate keine Biuretreaktion mehr zeigten. A. Bömer wandte Kemmerichs „Pepton“ und Cibils Extrakt an. Von ersterem stand uns kein völlig peptonfreies Präparat zur Verfügung. Es entstand nach Ausfällung der Albumosen mit Ammonsulfat eine schwache Biuretreaktion.

In 1 g Pepton = 0,1004 g Stickstoff wurde in je 50 cc Wasser gelöst, mit verschiedenen Schwefelsäuremengen versetzt und Zinksulfat bis zur vollen Sättigung zugegeben. Dann wurde abfiltriert, der Niederschlag mit gesättigter Zinksulfatlösung ausgewaschen und verbrannt.

Da eine konzentrierte Lösung eines Salzes sich nur schwierig sättigt, so ist ein häufiges Umrühren erforderlich. Scheiden sich nach mehrstündigem Stehen an der Oberfläche Krystalle ab, so kann man die Lösung als vollständig gesättigt betrachten. Es hatte sich ausgeschieden:

	In neutral. Lösung	mit 0,4 % Schwefels.	mit 0,7 % Schwefels.
	0,03981 g N	0,04203 g N	0,04133 g N
	39,61 %	41,86 %	41,16 %
Biuret-reaktion	etwas stärker	schwach	schwach
	mit 1 % Schwefels.	mit 2 % Schwefels.	mit 4 % Schwefels.
	0,04174 g N	0,04226 g N	0,04003 g N
	41,69 %	42,00 %	39,86 %
Biuret-reaktion	schwach	schwach	etwas stärker

Durch Ammonsulfat wurde 41,52 % gefällt.

Biuretreaktion im Filtrate schwach.

50 cc Cibils Extrakt wurden auf 500 cc verdünnt. In je 50 cc = 0,1384 g Stickstoff wurden durch Zinksulfat die Albumosen gefällt unter Zusatz verschiedener Schwefelsäuremengen. Der Niederschlag wurde mit gesättigter Zinksulfatlösung ausgewaschen und verbrannt.

Es hatte sich ausgeschieden:

	In neutral. Lösung	mit 0,4 % Schwefels.	mit 0,7 % Schwefels.
	0,03261 g N	0,03484 g N	0,03498 g N
	23,56 %	25,16 %	25,26 %
Biuret-reaktion	schwach	negativ	negativ
	mit 1 % Schwefels.	mit 2 % Schwefels.	mit 4 % Schwefels.
	0,03504 g N	0,03484 g N	0,03240 g N
	25,31 %	25,16 %	23,41 %
Biuret-reaktion	negativ	negativ	schwach.

Aus 50 cc wurde durch Ammonsulfat 25,40 % Stickstoff gefällt.

Biuretreaktion im Filtrate negativ.

In 50 cc einer mit Alkali unter Druck hergestellten Albuminlösung = 0,1054 g Stickstoff wurden durch Sättigung mit Zinksulfat die Albumosen gefällt unter Zusatz verschiedener Schwefelsäuremengen. Die Niederschläge wurden mit gesättigter Zinksulfatlösung ausgewaschen und verbrannt.

Es hatte sich ausgeschieden:

In neutral. Lösung	mit 0,4 % Schwefels.	mit 0,7 % Schwefels.
0,07546 g N	0,07783 g N	0,07779 g N
71,59 %	73,84 %	73,80 %
mit 1 % Schwefels.	mit 2 % Schwefels.	mit 4 % Schwefels.
0,07783 g N	0,07779 g N	0,07523 g N
73,84 %	73,80 %	71,37 %.

Aus 50 cc wurde durch Ammonsulfat 73,62 % Stickstoff gefällt.

Aus 50 cc einer mit Pepsin verdauten Albuminlösung = 0.09438 g Stickstoff wurden durch Sättigung mit Zinksulfat die Albumosen gefällt unter Zusatz verschiedener Schwefelsäuremengen. Die Niederschläge wurden mit gesättigter Zinksulfatlösung ausgewaschen und verbrannt.

Es hatte sich ausgeschieden:

In neutral. Lösung	mit 0,4 % Schwefels.	mit 0,7 % Schwefels.
0,05575 g N	0,05730 g N	0,05800 g N
55,41 %	56,96 %	57,65 %
mit 1 % Schwefels.	mit 2 % Schwefels.	mit 4 % Schwefels.
0,05800 g N	0,05730 g N	0,05520 g N
57,65 %	56,95 %	54,87 %

Durch Ammonsulfat wurde 57,23 % gefällt.

Teile des Zinksulfatniederschlages setzten sich häufig so fest an die Wandung, dass sie sich nur schwierig entfernen liessen. Wir haben in dem Falle das Becherglas mit der zum Verbrennen nötigen Schwefelsäuremenge und nachher mit einigen Kubikzentimetern Wasser ausgespült.

Aus obigen Resultaten ist ersichtlich, dass die bei 0,4—2 % Säuregehalt gefällten Mengen annähernd übereinstimmen. Weiterhin stimmen die bei diesem Säuregehalt gefällten Albumosen mit den durch Ammonsulfat abgeschiedenen Mengen überein. Auf diese Uebereinstimmung glauben wir indes weniger Gewicht legen zu dürfen, als darauf, dass die Filtrate der Zinksulfatfällung von Cibils Extrakt bei 0,4—2 % Säure ebenso wie die der Ammonsulfatfällung die Biuretreaktion nicht mehr gaben, also frei von Eiweissstoffen waren. In neutraler Lösung und bei 4 % Säuregehalt gaben die Filtrate schwache Biuretreaktion. Bei Kemmerichs „Pepton“ war bei dem Säuregehalt von 0,4—2 % die Biuretreaktion nicht stärker, als im Filtrat der Ammonsulfatfällung.

Für die weiteren Untersuchungen haben wir den von A. Bömer zuerst angewandten Säurezusatz von 1 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 4) auf 50 cc der zu fällenden Lösung = 0,4 Vol.-Proz. beibehalten.

II. Werden auch andere Stickstoffverbindungen durch gesättigte Zinksulfatlösung ausgesalzen?

a. Ammonsalze.

Da in den Fleischpräparaten Ammonsalze in mehr oder minder grossen Mengen stets vorkommen, muss auch das Verhalten des Zinksulfates gegenüber diesen Salzen näher geprüft werden. Bringt man in eine konzentrierte Lösung von Zinksulfat oder Ammonsulfat geringe Mengen des anderen Salzes, so scheiden sich unter Umständen Krystalle eines Doppelsalzes aus. Zur Untersuchung desselben wurde eine grössere Menge hergestellt durch Zusammengiessen konzentrierter Lösungen beider Salze, aus denen das Salz auskrystallisierte.

Die Analyse desselben gab folgende Resultate:

0,5 g Substanz ergab 0,5816 g $BaSO_4$ = 39,88% SO_3
„ „ „ 0,1010 g ZnO = 20,20% ZnO
„ „ „ 0,0346 g N = 0,06442 g $(NH_4)_2O$ = 12,88% $(NH_4)_2O$.

Die Differenz aus dieser Summe und 100 wurde als Wasser angenommen. Dieser Zusammensetzung entspricht das Salz von der Formel:

$$ZnSO_4 + (NH_4)_2SO_4 + 6H_2O,$$

wie A. Bömer bereits vermutete,[1]
denn:

	Gefunden.	Berechnet.
SO_3	39,88%	39,90%
ZnO	20,20 „	20,19 „
$(NH_4)_2O$	12,88 „	12,98 „
H_2O	27,04 „	26,93 „
	100,00	100,00

[1] Zeitschrift f. analyt. Chemie 1895 S. 566.

Für die Frage der Brauchbarkeit der Methode ist es nun bezüglich der Ammonsalze wichtig zu erfahren, ob

α. die Ammonsalze vollständig durch gesättigte Zinksulfatlösung gefällt werden?

β. wie bei der Analyse zu verfahren ist?

Zweimal 0,5 g Ammonsulfat = 0,10512 g Stickstoff wurden in je 3 cc Wasser gelöst und mit 10 cc gesättigter Zinksulfatlösung versetzt. Es schieden sich sehr bald Krystalle aus. Dann wurde noch Zinksulfat bis zur vollen Sättigung zugegeben. Die nach 24 Stunden abfiltrierten Niederschläge ergaben

0,05730 g N	0,05680 g N
54,55 %	54,04 %

des vorhandenen Ammoniakstickstoffs.

Dreimal 0,5 g Ammonsulfat = 0,10512 g Stickstoff wurden in je 50 cc Wasser gelöst, mit Zinksulfat gesättigt und mit verschiedenen Säuremengen versetzt.

Nach 8 Tagen hatte sich ausgeschieden:

In neutral. Lösung	mit 0,4 % Schwefels.	mit 1 % Schwefels.
0,00708 g N	0,00703 g N	0,00801 g N
6,70 %	6,60 %	7,60 %

des vorhandenen Ammoniakstickstoffs.

Dieselben Versuche wurden wiederholt und statt nach 8 Tagen nach 2 Tagen abfiltriert.

Es hatte sich ausgeschieden:

In neutral. Lösung	mit 0,4 % Schwefels.	mit 1 % Schwefels.
0,00231 g N	0,00242 g N	0,00242 g N
2,20 %	2,30 %	2,30 %

des vorhandenen Ammoniakstickstoffs.

Dreimal 0,25 g Ammonsulfat = 0,05256 g N wurden in je 50 cc Wasser gelöst, mit verschiedenen Säuremengen versetzt und mit Zinksulfat gesättigt.

Nach 2 Tagen hatte sich ausgeschieden:

In neutral. Lösung	mit 0,4% Schwefels.	mit 1% Schwefels.
0	0,00027 g N	0,00027 g N
	0,52%	0,52%

des vorhandenen Ammoniakstickstoffs.

Da in den Fleischpräparaten Phosphorsäure vorkommt, also auch das Ammoniak als phosphorsaures Ammon vorhanden sein kann, wurde auch dessen Verhalten gegen gesättigte Zinksulfatlösung geprüft.

Zweimal 0,3 g phosphorsaures Ammoniak $[(NH_4)_2 H PO_4] = 0{,}06363$ g Stickstoff wurden in je 50 cc Wasser gelöst, mit verschiedenen Säuremengen versetzt und mit Zinksulfat gesättigt.

Nach 2 Tagen hatte sich ausgeschieden:

mit 0,4% Schwefels.	mit 1% Schwefels.
0,00027 g N	0,00054 g N
0,42%	0,84%

des vorhandenen Ammoniakstickstoffs.

Durch die Fehlerquellen der Methode der Stickstoffbestimmung können solche geringe Mengen Stickstoff als in den Zinksulfatniederschlag übergegangen gefunden werden.

Deshalb haben wir, um festzustellen, ob überhaupt in dieser Verdünnung Ammonsalze durch Zinksulfat gefällt werden, bei folgenden Versuchen die Destillate nicht titriert, sondern das Ammoniak kolorimetrisch bestimmt.

Zweimal 0,30 g phosphorsaures Ammoniak = 0,06363 g Stickstoff wurden in derselben Weise, wie oben, gelöst, mit Schwefelsäure versetzt und mit Zinksulfat gesättigt. Nach zwei Tagen wurde filtriert und der Niederschlag mit Magnesiumoxyd destilliert.

Da säurehaltige Flüssigkeiten leicht Ammoniak aus der Luft aufnehmen und dann eine Reaktion mit Nesslers Reagens geben, wurde in diesem Falle und allen späteren,

wo es sich um kolorimetrische Bestimmungen handelt, ein blinder Versuch unter genau denselben Bedingungen gleichzeitig gemacht.

Die Destillate sowohl der Ammoniakfällung wie des blinden Versuches wurden auf 250 cc aufgefällt. Je 100 cc hiervon wurden mit 1 cc Nesslers Reagens versetzt. Es entstand bei den Versuchen, sowohl bei 0,4 % Säure als bei 1 %, dieselbe Gelbfärbung, wie bei dem blindeu Versuch. Diese Färbung entsprach beim Vergleichen mit Ammoniaklösungen von bestimmtem Gehalt 0,00005 g Stickstoff in 100 cc.

Es ist also für die Fällung der Ammonsalze durch Zinksulfat ein Schwefelsäuregehalt bis zu 1 % ohne Einfluss.

Muss schon die Menge des unter diesen Umständen (bei einem Gehalt von 0,05256 g und 0,06363 g Ammoniakstickstoff in 50 cc Lösung) gefüllten Ammoniakstickstoffs als eine sehr geringe, ja überhaupt innerhalb der Fehlergrenzen der Stickstoffbestimmung liegende bezeichnet werden, oder weil bei der kolorimetrischen Bestimmung sich kein Stickstoff als durch Zinksulfat gefällt ergab, so ist ein Einfluss des Zinksulfates auf die in Fleischpräparaten vorhandenen geringen Mengen Ammoniakstickstoff wohl als ausgeschlossen zu betrachten.

Nach den Angaben von J. König und A. Bömer[1] enthält die Trockensubstanz von

	Liebigs Extrakt	Kemmerichs „Pepton“	Kemmerichs Cibils Extrakt
Gesammtstickstoff	11,30 %	14,60 %	8,60 %
Ammoniakstickstoff	5,06 „	2,88 „	3,25 „
in Proz. des Gesammtstickstoffs.	4,49 „		

Mithin würden in den 1 g Trockensubstanz enthaltenden 50 cc Lösung für die Zinksulfatlösung vorhanden sein.

Gesammtstickstoff	0,113 g	0,146 g	0,086 g
Ammoniakstickstoff	0,0057 g	0,0042 g	0,0028 g
	0,0051 g		

[1] Zeitschr. f. analyt. Chemie 1895, S. 548.

Diese Mengen betragen nur $^1/_{10}$—$^1/_{20}$ der in obigen Versuchen mit 0,25 g Ammonsulfat und 0,30 g Ammonphosphat angewandten Lösungen und muss es daher als völlig ausgeschlossen erscheinen, dass Ammoniakstickstoff bei der Analyse der Fleischpräparate in den Zinksulfatniederschlag übergeht. In der That hat A. Bömer in den Zinksulfatniederschlägen auch niemals Ammoniak nachgewiesen (a. a. O. O. 567).

b. Amide (Säureamide und Amidosäuren).

Da auch diese Verbindungen bei der Hydratation der Eiweisskörper entstehen, also auch in Fleischpräparaten vorhanden sein können, ist auch der Frage näher zu treten, wie sich die erwähnten Verbindungen gegen eine gesättigte Zinksulfatlösung verhalten.

Zweimal 0,2 g Asparagin = 0,03733 g Stickstoff wurden in je 50 cc Wasser gelöst, mit je 1 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 4) versetzt und die Lösung mit Zinksulfat gesättigt. Der Rückstand wurde abfiltriert und nach Kjeldahl verbrannt.

Nach 8 Tagen hatte sich ausgeschieden:

0,00040 g N	0,00027 g N
1,07 %	0,78 %

des vorhandenen Amidstickstoffs.

Zweimal 0,2 g Asparagin = 0,03733 g Stickstoff wurden in derselben Weise gelöst und mit Zinksulfat gesättigt. Der abfiltrierte Niederschlag wurde verbrannt.

Nach 2 Tagen hatte sich ausgeschieden:

0	0,00027 g N
	0,78 %

des vorhandenen Amidstickstoffs.

Um nun zu erfahren, ob hier in der That eine geringe Fällung vorliegt, wurden zwei weitere Versuche unter genau denselben Bedingungen gemacht. In diesen Destillaten wurde das Ammoniak kolorimetrisch bestimmt. Zu 100 cc der auf 250 cc aufgefüllten Destillate wurde 1 cc Nesslers Reagens gegeben. Es entstand in den drei

Versuchen dieselbe gelbe Farbe, welche beim Vergleichen mit Ammoniaklösungen von bestimmtem Gehalt 0,0001 g Stickstoff entsprach. Es wurde also kein Asparagin durch Zinksulfat ausgefällt.

Bei der Pankreasverdauung der Eiweisskörper entstehen auch die Amidosäuren Leucin und Tyrosin.

Nach Angaben von Neumeister[1] wird das Tyrosin durch konzentrierte Ammonsulfatlösung ausgefällt. Es lagert sich in langen Nadeln der überschüssigen Salzmasse auf. Ebenso wird Leucin nach Angaben desselben Verfassers zum Teil ausgesalzen. Die charakteristischen kugelförmigen Drusen lassen sich nach 24 Stunden mikroskopisch deutlich erkennen. In den von uns angestellten Versuchen haben wir nicht allein qualitativ den Beweis für diese Behauptungen geliefert, sondern die ausgeschiedenen Mengen auch quantitativ bestimmt.

Zweimal 0,2 g Tyrosin = 0,01546 g Stickstoff wurden in je 50 cc Wasser unter Zusatz von wenig Schwefelsäure gelöst und die Lösung mit Ammonsulfat gesättigt. Nach einiger Zeit schieden sich Krystalle von Tyrosin aus. Nach 24 Stunden wurde der Niederschlag abfiltriert in Wasser gelöst und das Ammonsulfat mit Baryt-Hydrat zersetzt. Das Filtrat wurde eingedampft und nach Kjeldahl verbrannt. Die Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs betrug

0,01139 g	0,01118 g
73,69 %	72,31 %

des angewendeten Tyrosin-Stickstoffs.

Zweimal 0,2 g Leucin = 0,01958 g Stickstoff wurden in 50 cc Wasser unter Zusatz von etwas Schwefelsäure gelöst und die Lösung mit Ammonsulfat gesättigt. Nach 24 Stunden hatten sich Leucin-Krystalle in Menge abgeschieden. Der abfiltrierte Niederschlag wurde in Wasser gelöst und das Ammonsulfat mit Barythydrat zersetzt.

[1] Zeitschr. f. Biolog. 1890, S. 347.

Das Filtrat wurde eingedampft und nach Kjeldahl verbrannt. Die Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs betrug

0,01085 g N	0,01139 g N
55,40%	58,23%

des angewendeten Leucin-Stickstoffs.

Es werden hierdurch also die Angaben Neumeisters über die Fällung dieser Amidosäuren durch Ammonsulfat bestätigt.

Nun ist festzustellen, wie sich beide Körper gegen Zinksulfat verhalten.

Zweimal 0,1 g Tyrosin = 0,00773 g Stickstoff und 0,1 g Leucin = 0,00978 g Stickstoff wurden in je 50 cc Wasser und 1 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 4) gelöst und diese Lösung mit Zinksulfat gesättigt. Ausgeschiedene Krystalle liessen sich mit freiem Auge nicht wahrnehmen. Nach 8 Tagen wurde filtriert und die Niederschläge nach Kjeldahl verbrannt. Diese Destillate wurden nicht titriert, weil bei dem geringen Stickstoffgehalt von 0,1 g Tyrosin und 0,1 g Leucin durch die Fehlerquellen der Methode der Stickstoffbestimmung ungenaue Resultate erhalten werden. Es wurde deshalb das Ammoniak kolorimetrisch bestimmt. Ein blinder Versuch wurde gleichzeitig gemacht. Die Destillate des Tyrosins und des Leucins und des blinden Versuches wurden auf je 250 cc aufgefüllt. Zu je 100 cc dieser Flüssigkeiten wurde 1 cc Nesslers Reagens gegeben. Es entstand beim blinden Versuch eine Gelbfärbung, welche beim Vergleichen mit Ammoniaklösungen von bestimmtem Gehalt 0,0001 g Stickstoff in 100 cc entsprach.

Die Destillate des Tyrosins ergaben dieselbe Gelbfärbung. Es wird also das Tyrosin durch Zinksulfat nicht ausgesalzen.

Die Destillate des Leucins ergaben etwas stärkere Färbung, welche beim Vergleichen mit Ammoniaklösungen von bestimmtem Gehalt 0,00035 g Stickstoff entsprachen, und nach Abzug des Stickstoffs des blinden Versuches

0,00025 g Stickstoff. Also wird durch Zinksulfat aus 0,1 g Leucin 0,000625 g Stickstoff ausgeschieden = 6,46% des angewendeten Leucin-Stickstoffs.

Da Leucin nur in geringer Menge in Fleischpräparaten vorkommt und zwar nur in Pankreasverdauungen, so kann diese Fällung des Leucins durch Zinksulfat bei der Analyse vernachlässigt werden.

c. Fleischbasen.

Die im Fleischsaft vorherrschende Base ist Kreatin bezw. Kreatinin. Die übrigen Basen kommen im Fleischsaft nur in geringer Menge vor. Deshalb nahmen wir zu den weiteren Versuchen nur Kreatin.

Zweimal 0,1 g Kreatin = 0,03206 g Stickstoff wurden in 50 cc Wasser gelöst mit 1 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 4) versetzt und die Lösung mit Zinksulfat gesättigt. Nach 8 Tagen wurde der Niederschlag abfiltriert und nach Kjeldahl verbrannt. Das Ammoniak der Destillate wurde auch hier, ebenso wie bei den vorigen Versuchen, kolorimetrisch bestimmt. Die Destillate wurden auf 250 cc aufgefüllt und 100 cc mit 1 cc Nesslers Reagens versetzt. Es entstand die Gelbfärbung wie in dem gleichzeitig angestellten blinden Versuch.

Zwei weitere Versuche mit je 0,1 g Kreatin, in derselben Weise angestellt, ergaben dieselben Resultate. Es wird also Kreatin durch Zinksulfat nicht ausgefällt.

Andere Stickstoffverbindungen als Albumosen werden durch Zinksulfat nicht oder nur in solchen Mengen gefällt, die bei der Analyse unberücksichtigt bleiben können.

III. Werden Fleischbasen und Peptone im Filtrat der Zinksulfatfällung durch Phosphorwolframsäure ebenso vollständig gefällt wie in der wässrigen Lösung?

Das Filtrat der Zinksulfatfällung wurde mit verdünnter Schwefelsäure und der Lösung des phosphor-

wolframsauren Natriums versetzt. Bei geringem Gehalt an Peptonen etc. genügen 50 cc, bei grösserem Gehalt 100 cc dieser Lösung. Der Zusatz von Säure darf nicht zu gering bemessen sein, weil von demselben die Fällung wesentlich abhängig ist.

Wir haben die Hälfte des Volumens der Lösung des phosphorwolframsauren Natriums an verdünnter Schwefelsäure (1 + 1) zugesetzt. Ein solcher Säurezusatz ist auf jeden Fall ausreichend. Der Niederschlag wurde nach zwei- bis dreitägigem Stehen abfiltriert und mit verdünnter Schwefelsäure (1 + 2) ausgewaschen.

Die Fällung nimmt man am besten bei einer Temperatur von 60—65° C. vor. Es ballt sich der Niederschlag zusammen und die Flüssigkeit lässt sich leichter filtrieren als bei kalter Fällung. Auch setzt sich bei heisser Fällung der Niederschlag nicht so fest an die Wandung und lässt sich infolgedessen leichter entfernen.

Ausser Peptonen und Fleischbasen wird auch Ammoniak von Phosphorwolframsäure gefällt.

Folgende Bestimmungen mögen zeigen, wie Ammoniak durch dieses Reagens gefällt wird.

Zweimal 0,5 g Ammonsulfat = 0,10512 g Stickstoff wurden in je 50 cc Wasser gelöst mit je 50 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 1) und mit je 100 cc der Lösung des phosphorwolframsauren Natriums[1] versetzt und der abfiltrierte Niederschlag mit Magnesiumoxyd destilliert.

Nach 24 Stunden hatte sich abgeschieden:

0,09363 g N	0,09271 g N
89,06 %	88,19 %

[1] Anmerkung. Die Lösung des phosphorwolframsauren Natriums wurde hergestellt durch Auflösen von 120 g phosphorsaurem Natrium und 200 g wolframsaurem Natrium in einem Liter Wasser. Die allgemein empfohlene Ansäuerung mit Schwefelsäure ist bei Aufbewahrung nicht ratsam, weil sich bald Wolframsäure bezw. Phosphorwolframsäure in grossen Mengen ausscheidet. Wir haben die Säure erst bei der jedesmaligen Fällung zugesetzt.

Nach weiteren 24 Stunden

0,00829 g N	0,00883 g N
7,88 %	8,39 %

Nach weiteren 24 Stunden

0,00258 g N	0,00274 g N
2,45 %	2,60 %
99,39 %	99,18 %

Zweimal 0,5 g Ammonsulfat = 0,10512 g Stickstoff in derselben Weise gelöst und gefällt.

Nach 2 Tagen hatte sich abgeschieden:

0,10132 g N	0,10182 g N
96,47 %	96,86 %

Nach weiteren 24 Stunden

0,00267 g N	0,00269 g N
2,53 %	2,55 %
99,00 %	99,41 %

des Ammoniakstickstoffs.

Zweimal 0,5 g Ammonsulfat = 0,10512 g Stickstoff in derselben Weise gelöst und gefällt unter Zusatz von 70 g Zinksulfat.

Nach 3 Tagen hatte sich ausgeschieden:

0,10382 g N	0,10432 g N
98,76 %	99,15 %

des Ammoniakstickstoffs.

Nach diesen Versuchen kann man das Ammoniak als annähernd vollständig gefällt betrachten.

In der Analyse wird also das Ammoniak mit den Peptonen und Fleischbasen zusammen gefällt. Um das Ammoniak für sich zu bestimmen, destilliert man einen aliquoten Teil der ursprünglichen wässrigen Lösung mit Magnesiumoxyd. Die so gefundene Stickstoffmenge ist von dem Stickstoff des Phosphorwolframsäure-Niederschlages in Abzug zu bringen.

Die Fleischbasen werden ebenfalls durch Phosphorwolframsäure gefällt. Wie oben schon angegeben ist Kreatin bezw. Kreatinin die vorherrschende Base im

Fleischextract. A. Bömer spricht (a. a. O. O. S. 555) die Ansicht aus, dass Kreatin in verdünnten Lösungen erst nach Behandeln mit Säuren, also nach Überführung in Kratinin durch Phosphorwolframsäure gefällt wird.

0,259 g Kreatin, 28,2 % Stickstoff enthaltend, wurden in 20 cc Wasser gelöst, dazu 10 cc verdünnte Schwefelsäure (1 + 4) gegeben und 10 Minuten gekocht, dann 20 cc phosphorwolframsaure Natrium-Lösung zugegeben. Der Niederschlag wurde nach Kjeldahl verbrannt.	0,1337 g Kreatinin, 37,19 % Stickstoff enthaltend, wurden gelöst und gefällt wie Kreatin, aber nicht gekocht. Der Niederschlag wurde nach Kjeldahl verbrannt.
Nach 12 Stunden hatte sich ausgeschieden:	
0,0347 g N	0,03237 g N
13,32 %	24,21 %

Nach weiterem Zusatz von 20 cc phosphorwolframsaurer Natrium-Lösung und 10 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 4) entstand beim Kreatin eine stärkere Fällung als beim Kreatinin.

Nach 48 Stunden hatte sich abgeschieden:	
0,0347 g N	0,01067 g N
13,32 %	7,96 %

Nach weiterem Zusatz von 10 cc phosphorwolframsaurer Natrium-Lösung und 48stündigem Stehen hatte sich abgeschieden:

0,00249 g N	0,00480 g N
0,96 %	3,59 %
27,60 %	35,78 %
des Kreatin-Stickstoffs.	des Kreatinin-Stickstoffs.

Zweimal 0,15 g Kreatin, 28,2 % Stickstoff enthaltend, wurden in je 20 cc gelöst mit je 25 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 1) und je 50 cc phosphorwolframsaurer Natrium-Lösung versetzt, aber nicht gekocht. Nach 48 Stunden hatte sich abgeschieden:

0,03961 g N	0,03961 g N
26,40 %	26,40 %

Zweimal 0,15 g Kreatin, 28,2 % Stickstoff enthaltend, wurden in derselben Weise gelöst und gefällt unter Zusatz von 70 g Zinksulfat, aber nicht gekocht. Nach 48 Stunden hatte sich abgeschieden:

0,03961 g N	0,03987 g N
26,40 %	26,58 %

Nach weiteren 48 Stunden war gefällt:

0,00181 g N	0,00214 g N	0,00214 g N	0,00233 g N
1,20 %	1,43 %	1,43 %	1,55 %
27,60 %	27,83 %	27,83 %	28,13 %

des Kreatin-Stickstoffs.

Nach diesen Versuchen wird das Kreatin auch ohne vorhergegangenes Kochen mit Säuren ebenso vollständig gefällt, wie nach vorherigem Kochen. Ob nun die Säure in der Kälte schon eine Überführung in Kreatinin bewirkt, oder ob Kreatin als solches schon durch Phosphorwolframsäure gefällt wird, lasse ich dahingestellt sein.

Weiterhin ist zu prüfen, wie sich Amide (Säureamide und Amidosäuren) gegen Zinksulfat + Phosphorwolframsäure verhalten.

Zweimal 0,2 g Asparagin = 0,03733 g Stickstoff, wurden in je 20 cc Wasser gelöst, mit je 50 cc verdünnter Schwefelsäure und 100 cc der Lösung des phosphorwolframsauren Natriums versetzt. Nach 8 Tagen hatte sich ausgeschieden:

0,00218 g N	0,00245 g N
5,83 %	6,56 %

Zweimal 0,2 g Asparagin = 0,03733 g Stickstoff, wurden in derselben Weise gelöst und gefällt unter Zusatz von 70 g Zinksulfat. Nach 8 Tagen hatte sich ausgeschieden:

0,00517 g N	0,00490 g N
13,84 %	13,39 %

des vorhandenen Amidstickstoffs.

Dieselben Versuche wurden mit und ohne Zusatz von Zinksulfat wiederholt, die Niederschläge aber statt nach 8 Tagen nach 2 Tagen abfiltriert und verbrannt.

ohne Zusatz von Zinksulfat		mit Zusatz von 70 g Zinksulfat	
0,00184 g N	0,00184 g N	0,00462 g N	0,00447 g N
4,92 %	4,92 %	12,32 %	11,97 %

des vorhandenen Amidstick stoffs.

Zweimal 0,1 g Tyrosin = 0,00773 g Stickstoff wurden in je 20 cc Wasser gelöst, mit 25 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 1) und je 50 cc phosphorwolframsaurer Natrium-Lösung versetzt.

In zwei weiteren Versuchen wurde 0,1 g Tyrosin = 0,00773 g Stickstoff in derselben Weise gelöst und gefällt unter Zusatz von 70 g Zinksulfat. Die entstandenen Niederschläge wurden nach 8 Tagen abfiltriert und verbrannt. Diese Destillate, wie auch des gleichzeitig angestellten blinden Versuches wurden auf je 250 cc aufgefüllt und je 100 cc hiervon zur kolorimetrischen Bestimmung des Ammoniaks benutzt. Bei Zusatz von 1 cc Nesslers Reagens entstand eine gelbrote Farbe, sowohl bei den Fällungen mit als ohne Zinksulfat in gleicher Stärke. Ebenso trat derselbe Farbenton bei dem blinden Versuch ein. Beim Vergleichen dieser Farbentöne mit Ammoniaklösungen von bestimmtem Gehalt entsprachen diese 0,00018 g Stickstoff in 100 cc.

Diese vier Versuche, in derselben Weise wiederholt, gaben dieselben Resultate.

Tyrosin wird also durch Zinksulfat + Phosphorwolframsäure nicht gefällt.

Zweimal 0,1 g Leucin = 0,00978 g Stickstoff wurden in je 20 cc Wasser gelöst mit je 25 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 1) und je 50 cc phosphorwolframsaurer Natriumlösung versetzt. Die nach 8 Tagen entstandenen Niederschläge wurden abfiltriert und verbrannt. Die Destillate wurden auf je 250 cc aufgefüllt und je 100 cc hiervon mit

1 cc Nesslers Reagens versetzt. Es entstand ein gelbroter Farbenton, welcher auch in derselben Stärke bei dem gleichzeitig angestellten blinden Versuch auftrat und beim Vergleichen mit Ammoniaklösungen von bestimmtem Gehalt 0,00025 g Stickstoff in 100 cc entsprach.

Hiernach wird Leucin durch Phosphorwolframsäure nicht ausgeschieden.

Zweimal 0,1 g Leucin = 0,00978 g Stickstoff wurden in derselben Weise, wie oben, gelöst und gefällt unter Zusatz von 70 g Zinksulfat. Die Niederschläge wurden nach 8 Tagen abfiltriert und verbrannt. Die Destillate wurden auf je 250 cc aufgefüllt und je 100 cc hiervon zur kolorimetrischen Bestimmung des Ammoniaks benutzt. Es entstand in diesem Falle bei der Fällung mit Zinksulfat ein dunklerer Farbenton, als bei der Fällung ohne Zinksulfat, welcher beim Vergleichen mit Ammoniaklösungen von bestimmtem Gehalt 0,0005 g Stickstoff entsprach und nach Abzug des Stickstoffgehaltes des blinden Versuches 0,00025 g = 0,00025 g Stickstoff in 100 cc.

Demnach sind aus 0,1 g Leucin durch Phosphorwolframsäure + Zinksulfat 0,000625 g Stickstoff = 6,39 % des angewandten Leucin-Stickstoffs gefällt. Da aber Leucin nur in den Pankreasverdauungen der Eiweisskörper resp. den daraus hergestellten Peptonen vorhanden ist, kommt für gewöhnlich diese Mehrfälluug nicht in Betracht.

Durch Phosphorwolframsäure + Zinksulfat werden von Amiden mehr gefällt als durch Phosphorwolframsäure allein; dieserhalb ist auch anzunehmen, dass die Summe aus dem Stickstoff des Zinksulfat-Niederschlages und dem Stickstoff des Phosphorwolframsäure-Niederschlages aus dem Filtrate des ersteren grösser ist, als die durch Phosphorwolframsäure aus der ursprünglichen wässerigen Lösung gefällte Stickstoffmenge.

Folgende Bestimmungen mögen den Einfluss des Zinksulfates auf die Fällung mit Phosphorwolframsäure bei verschiedenen Eiweisspräparaten klarlegen.

Albumin mit 0,2 % Kalihydratlösung unter Druck von drei Atmosphären gelöst. In 50 cc war 0,10209 g N enthalten.

In 50 cc d. Zinksulfat	gefällt	0,07359 g N = 72,14 %
Im Filtrat d. Phosphorwolframsäure	„	0,01683 g N = 16,50 %
		0,09042 g N = 88,64 %
In 50 cc d. Phosphorwolframsäure	„	0,08682 g N = 85,11 %
„ „ „ „ „	„	
+ 30 g Zinksulfat		0,08870 g N = 87,00 %
In 50 cc d. Phosphorwolframsäure	„	
+ 70 g Zinksulfalt	„	0,09030 g N = 88,60 %

Da Peptone durch Phosphorwolframsäure nicht vollständig ausgefällt werden, so könnte die Mehrfällung des Stickstoffs auch herrühren von einer vollständigeren Fällung der Peptone durch dieses Reagens bei Anwesenheit einer genügenden Menge Zinksulfat.

Reine nicht hydratisierte Eisweisskörper werden durch Phosphorwolframsäure vollständig ausgefällt.

Zweimal 0,5 g Albumin = 0,0579 g Stickstoff wurden in je 20 cc Wasser gelöst und mit Schwefelsäure und phosphorwolframsaurem Natrium in üblicher Menge versetzt.

Die Niederschläge nach 2 Tagen ergaben

0,05778 g N	0,05740 g N
99,79 %	99,13 %

des vorhandenen Albuminstickstoffs.

Je weiter aber die Hydratation vorgeschritten ist, um so weniger vollständig ist die Fällung durch dieses Reagens,

Die hier durch Zinksulfat bedingte Mehrfällung beträgt 0,0036 g Stickstoff = 0,0225 g Pepton, wenn die gesammte Mehrfällung durch Pepton verursacht ist.

Das Volumen der Filtrate der Phosphorwolframsäurefällung wird durch Waschwasser auf annähernd 250 cc vermehrt. In diesen befinden sich 0,0225 g Pepton in einer Verdünnung 1 : 11000.

Nach Neumeister[1] ist die Biuretreaktion noch erkennbar in einer Verdünnung 1 : 10000, nach Hoffmeister[2] sogar in einer Verdünnung 1 : 12000. Um nun das Volumen dieser Filtrate nicht noch zu vermehren, haben wir keine konzentrierte Lauge sondern festes Kalihydrat zugegeben. In dieser Verdünnung 1 : 11000 trat nur eine zweifelhafte Biuretreaktion ein. Wurde ein Teil der Lösung auf die Hälfte des Volumens eingedampft, so trat eine schwache aber deutlich erkennbare Biuretreaktion ein. Geschah die Fällung bei Anwesenheit einer genügenden Menge Zinksulfat, so blieb die Biuretreaktion in dem ursprünglichen, wie in dem auf die Hälfte des Volumens eingedampften Filtrate aus. Von Asparagin wird nun nicht der gesammte Stickstoff durch Phosphorwolframsäure + Zinksulfat gefällt, sondern nur 13—15 % oder nach zweitägigem Stehen nur 12 % ausgeschieden. Ebenso ist anzunehmen, dass in der mit Alkali hergestellten Albuminlösung, die nur 3,88 % des Gesamtstickstoffes an Säureamiden enthält, diese nicht sämtlich durch Phosphorwolframsäure + Zinksulfat ausgeschieden werden, sondern nur ein geringer Teil derselben. Die Mehrfällung von 3,5 % Stickstoff muss also durch Amide und zum grösseren Teil durch Peptone verursacht werden.

Albumin mit 0,2 % Salzsäure, unter Druck von drei Atmosphären gelöst. 50 cc = 0,09354 g N.

In 50 cc durch Zinksulfat gefällt	0,03156 g N =	33,73 %
Im Filtrat d. Phosphorwolframsäure gefällt	0,01540 g N =	16,46 %
	0,04696 g N	50,19 %
In 50 cc d. Phosphorwolframsäure gefällt	0,04398 g N =	47,01 %
" " " " " + 30 g Zinksulfat	0,04531 g N =	48,13 %
In 50 cc d. Phosphorwolframsäure gefällt + 70 g Zinksulfat	0,04647 g N =	49,67 %

[1] Zeitschr. f. Biolog. Bd. 26, S. 326.
[2] Zeitschr. f. physiolog. Chemie 1880 III, S. 257.

Albumin mit Pepsin verdaut. In 50 cc war 0,08756 g Stickstoff enthalten.

In 50 cc durch Zinksulfat gefällt	0,04397 g N =	50,21 %
Im Filtrat d. Phosphorwolframsäure gefällt	0,02937 g N =	33,54 %
	0,07334 g N	83,75 %
In 50 cc d. Phosphorwolframsäure gefällt	0,07012 g N =	80,08 %
" " " " "		
+ 30 g Zinksulfat	0,07182 g N =	82,02 %
In 50 cc d. Phosphorwolframsäure gefällt		
+ 70 g Zinksulfat	0,07344 g N =	83,87 %

Albumin mit Pankreas verdaut. In 50 cc war 0,10673 g Stickstoff enthalten.

In 50 cc durch Zinksulfat gefällt	0,00339 g N =	3,17 %
Im Filtrat d. Phosphorwolframsäure gefällt	0,04956 g N =	46,43 %
	0,05295 g N	49,60 %
In 50 cc d. Phosphorwolframsäure gefällt	0,04769 g N =	44,68 %
" " " " "		
+ 30 g Zinksulfat	0,04972 g N =	46,69 %
In 50 cc d. Phosphorwolframsäure gefällt		
+ 70 g Zinksulfat	0,05185 g N =	48,67 %

Mit Säure unter Druck hergestellte Eiweisslösungen sowie Pepsin- und Pankreasverdauungen zeigten im Filtrate des Phosphorwolframsäure-Niederschlages deutliche Biuretreaktion, die, wenn die Fällung bei Anwesenheit einer genügenden Menge Zinksulfat vorgenommen wurde, nicht schwächer wurde.

Dies hat wohl darin seinen Grund, dass ein grosser Teil Pepton durch Phosphorwolframsäure ungefällt bleibt und dass, wenn auch durch Zinksulfat eine geringe Mehrfällung erzielt wird, dies die Stärke der Biuretreaktion nicht beeinträchtigt. Auch in diesen Lösungen müssen Amide und Peptone die Mehrfällung bedingen. In der mit Säure unter Druck hergestellten Lösung sind 4,95 % Säureamide vorhanden. Da diese, wie oben bei Asparagin gezeigt, nur zum geringeren Teil ausgefällt werden, so

müssen an der Mehrfällung von 3% Stickstoff Amide und zum grösseren Teil Peptone beteiligt sein.

Für Pepsin- und Pankreasverdauungen gilt dasselbe.

Beim Stehen der Filtrate des Phosphorwolframsäure-Niederschlages scheiden sich schon nach einigen Stunden kleine Krystalle aus, die bei längerem Stehen noch erheblich zunehmen. Mit diesen Krystallen werden auch noch Peptone gefällt. Stellt man sowohl mit dem Niederschlag, als auch mit dem Filtrate die Biuretreaktion an, so findet man, dass, je länger diese Lösungen stehen, um so mehr Peptone abgeschieden werden. Die Stärke der Biuretreaktion des Filtrates nimmt in demselben Maasse ab, als die Biuretreaktion des Niederschlages zunimmt.

In Folgendem sind die sich aus dieser Arbeit ergebenden Schlüsse kurz zusammen gefasst:

1. Die Albumosen werden bei einem Schwefelsäuregehalt von 1 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 4) auf 50 cc der zu fällenden Lösung = 0,4 Vol.-Proz. durch Zinksulfat ebenso vollständig ausgefällt wie durch Ammonsulfat.

2. Andere Stickstoffverbindungen, so Ammoniak, Amide und Fleischbasen gehen in den in Fleischpräparaten vorkommenden Mengen nicht oder nur in solch geringen Mengen in den Zinksulfatniederschlag über, dass sie bei der Analyse vernachlässigt werden können.

3. Im Filtrate werden die Peptone und Fleischbasen, erstere sogar vollständiger, gefällt durch Phosphorwolframsäure, als in der wässerigen Lösung.

4. Es werden hierdurch die Fehler, welche durch den verschiedenen Stickstoffgehalt von Eiweiss- und Leimalbumosen bedingt sind, vermieden.

Auf Grund vorstehender Thatsachen empfehlen wir folgende Methode zur Bestimmung von Albumosen und Peptonen.

Die von unlöslichem und gerinnbarem Eiweiss befreite Lösung, die in 50 cc etwa 1 g Trockensubstanz enthält, wird nach Zugabe von 1 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 4) mit Zinksulfat gesättigt. Der abfiltrierte und mit gesättigter Zinksulfatlösung ausgewaschene Niederschlag wird nach Kjeldahl verbrannt. Im Filtrate werden Peptone, Fleischbasen und Ammoniak durch Phosphorwolframsäure gefällt. Bei grossem Gehalt an Peptonen etc. genügen 100 cc der Lösung des phosphorwolframsauren Natriums, bei geringem Gehalt 50 cc.

An verdünnter Schwefelsäure (1 + 1) wird die Hälfte des Volumens dieser Natriumlösung zugegeben.

Das Ammoniak wird in einem aliquoten Teil der wässerigen Lösung durch Destillation mit Magnesiumoxyd bestimmt und vom Stickstoff des Phosphorwolframsäure-Niederschlages in Abzug gebracht.

Peptone werden im Filtrat des Zinksulfat-Niederschlages durch die Biuretreaktion nachgewiesen.

Hydratutionsprodukte der Eiweisskörper bei verschiedener Behandlung.

Bei der Durchsicht der Litteratur der Eiweisskörper finden sich wohl Berichte über die Spaltungsprodukte dieser Körper bei verschiedener Behandlung, wie mit Alkali und Säure unter Druck, bei Pepsin und Pankreasverdauung. Nirgends aber finden sich Angaben, welche über die quantitative Bestimmung dieser Produkte zumal der nicht eiweissartigen Körper berichten. Kühne und Chittenden[1] und Neumeister[2] haben sich viel damit beschäftigt, nähere Aufschlüsse über Albumosen zu geben. Zu ihren Versuchen haben sie fast nur Fibrin und Albumin genommen, während sie pflanzliche Eiweissstoffe nur wenig in den Rahmen ihrer Beobachtung hineinzogen.

Ritthausen[3] bestimmte einige Zersetzungsprodukte der Pflanzenkaseine und Kleberproteinstoffe nach Behandeln mit Schwefelsäure. Er fand bei allen Versuchsobjekten neben grösseren oder geringeren Mengen Ammoniak Glutaminsäure und Asparaginsäure. Während letztere Säure bei allen Proteinstoffen nur in geringer Menge entstand, lieferten die Kleberproteinstoffe bedeutend mehr

[1] Zeitschr. f. Biolog. Bd. 22, S. 358, 409.

[2] Die Einwirkung gespannter Wasserdämpfe auf Proteine. R. Oldenburg, München 1889.

[3] Koenig, Chemie d. Nahrungs- u. Genussmittel. Bd. II, S. 373.

Glutaminsäure bis 25 %, deren Bildung aber bei den Pflanzenkaseinen nur von 1,3—5,3 % schwankte.

Zu unseren Versuchen benutzten wir zwei tierische Eiweisskörper, Fibrin und Albumin, und zwei pflanzliche, Kleberproteinstoffe und Legumin.

Diese Körper haben wir 0,2 % Kalihydratlösung und 0,2 % Salzsäure drei Stunden einem Druck von drei Atmosphären ausgesetzt, ebenso durch Pepsin und Pankreas verdaut und die entstandene Hydratationsprodukte quantitativ bestimmt.

Die Spaltung der Eiweisskörper ist ein hydroliptischer Vorgang. Es bilden sich unter Wasseraufnahme Albumosen, Peptone, Ammoniak, Säureamide und Amidesäuren, letztere aber nur bei der Pankreasverdauung. Die entstehenden Produkte sind bei den verschiedenen Eiweisskörpern grossen Schwankungen unterworfen.

Das angewandte Albumin war im Vakuum eingedampftes Hühnereiweiss[2]. Das Fibrin war frisches Blutfibrin, durch schwach karbolsäurehaltiges Glycerin konserviert. Als Kleberproteinstoffe wurden benutzt, das im Handel vorkommende Aleuronat, die bei der Stärkefabrikation abfallenden Eiweissstoffe. Das Legumin war aus Leguminosensamen hergestellt.

---

[2] Anmerkung: Albumin, Fibrin und Legumin bezogen von Dr. G. Grübler, Leipzig. Aleuronat von Dr. Hunthausen in Hamm.

Zusammensetzung der Proteinstoffe.

	Albumin	Fibrin	Kleber	Legumin
		Prozente der Trockensubst.		
Stickstoff:	11,55 %	13,05 %	14,08 %	12,75 %
Stickstoffsubstanz[1]:	72,18 %	81,56 %	88,00 %	79,68 %
Wasser:	21,02 %	—	9,11 %	9,56 %
Fett:	1,73 %	4,02 %	0,52 %	0,71 %
Asche:	4,65 %	1,93 %	2,04 %	2,28 %
	99,58 %	87,51 %	99,67 %	92,23 %

Sämtliche Versuche wurden mit der gleichen Menge des Eiweissstoffes in zwei verschiedenen Portionen angestellt und jede Lösung für sich analysiert. Aus den gefundenen Zahlen wurde das Mittel genommen und hiernach die Prozente berechnet. Der ungelöst bleibende Teil wurde durch Asbest abfiltriert und nach Kjeldahl verbrannt. Der bei der Behandlung mit Salzsäure ungelöst bleibende Teil von Aleuronat und Legumin wurde in 100 cc einer 10 % Kalihydratlösung aufgelöst und in einem aliquoten Teil der Stickstoff bestimmt.

Dann wurde neutralisiert und eingedampft. In den Fällen, wo sich nur wenig ausgeschieden hatte, wurde der Niederschlag abfiltriert, ausgewaschen und nach Kjeldahl verbrannt. Das Filtrat wurde auf 500 bezw. 250 cc aufgefüllt.

Hatten sich aber bedeutende Niederschläge gebildet, so wurde die neutralisierte Flüssigkeit auf 500 bezw. 250 cc eingedampft, kräftig durchschüttelt und in einem aliquoten

[1] Anmerkung: Für die Umrechnung des Stickstoffs in Stickstoffsubstanz wurde der gewöhnliche Faktor 6,25 angenommen. Nach Ritthausen (Koenig, Ch. d. Nahrungs- u. Genussmittel Bd. II, S. 374) schwankt aber der Stickstoffgehalt des aus verschiedenen Leguminosensamen, wie Erbsen, Bohnen, Wicken etc. dargestellten Legumins zwischen 14,4—17,2 % Ebenso schwankt der Faktor zur Umrechnung des Stickstoffs in Stickstoffsubstanz von 6,944 bis herab zu 5,813.

Teil der Stickstoff bestimmt. Nach dem Absetzen wurde filtriert und im Filtrate abermals der Stickstoff bestimmt. Die Differenz dieser beiden Bestimmungen ergab das ausgeschiedene Eiweiss.

20 cc der Filtrate wurden mit 30 cc Wasser und mit 1 cc Schwefelsäure (1 + 4) versetzt und mit Zinksulfat gesättigt. Die ausgeschiedenen Albumosen wurden abfiltriert, mit gesättigter Zinksulfatlösung ausgewaschen und nach Kjeldahl verbrannt. Die Filtrate wurden mit 50 cc verdünnter Schwefelsäure (1 + 1) und 100 cc der Lösung des phosphorwolframsauren Natriums versetzt. Es wurden hierdurch Peptone und Ammoniak ausgefällt.

In 50 cc wurden durch Destillation mit Magnesiumoxyd Ammoniak bestimmt. Die den zur Fällung der Peptone benutzten 20 cc entsprechende Menge Ammoniak wurde vom Stickstoff des Phosphorwolframsäure-Niederschlages in Abzug gebracht.

Weitere 50 cc wurden im Destillations-Kolben auf 200 cc verdünnt, mit 10 cc 20 % Salzsäure 15 Minuten gekocht und dann mit Magnesiumoxyd destilliert. Die Differenz zwischen dieser Bestimmung und dem Ammoniakstickstoff ergab die Stickstoffmenge der Säureamide.

Für die Bestimmung der Amidosäuren wurden die Filtrate des Phosphorwolframsäure-Niederschlages verwandt. Zunächst wurde mit Baryum-Karbonat die Schwefelsäure ausgefällt und das Filtrat auf dem Wasserbade auf ungefähr 200 cc eingedampft. Diese Flüssigkeit wurde im Destillationskolben mit 10 cc 20 % Salzsäure 15 Minuten lang gekocht, um die vorhandenen Säureamide zu zersetzen. Dann wurde mit Magnesiumoxyd das Ammoniak abdestilliert, ersteres abfiltriert und das Filtrat auf 20—30 cc eingedampft. In dieser schwach alkalischen Flüssigkeit wurden die Amidosäuren nach dem Verfahren von C. Böhmer[1] bestimmt.

[1] Koenig: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel. Bd. II. S. 21.

I. Behandlung mit 0,2 % Kalihydratlösung während drei Stunden bei drei Atmosphären.

Die Analyse der so aus den verschiedenen Eiweisskörpern hergestellten Lösungen ergab folgende Resultate.

20 g Albumin = 15,800 g wasserfreie Substanz = 2,316 g Stickstoff mit 1 Liter 0,2 % Kalihydratlösung.

			Prozente Stickstoff		
			der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,0166 g b. 0,0186 g	0,0176 g N	0,09 %	0,10 %	0,75 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,1710 g b. 0,1325 g	0,1517 g N	0,75 %	0,90 %	6,55 %
Filtrat auf 500 cc eingedampft.					
In 20 cc Albumosen	a. 0,0656 g b. 0,0660 g	0,0658 g N	8,22 %	10,41 %	71,02 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,01472 g b. 0,01400 g	0,01436 g N	1,79 %	2,26 %	15,45 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,0040 g b. 0,0036 g	0,0038 g N	0,19 %	0,24 %	1,64 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,0084 g b. 0,0096 g	0,0090 g N	0,45 %	0,56 %	3,88 %
			11,49 %	14,47 %	99,29 %

Fibrin = 1,2561 g N mit 500 cc 0,2 % Kalihydratlösung.

			Prozente Stickstoff des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,00319 g b. 0,00436 g	0,00377 g N	0,30 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,10910 g b. 0,09350 g	0,1013 g N	8,06 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.			
In 20 cc Albumosen	a. 0,05908 g b. 0,06104 g	0,06006 g N	59,68 %
		Latus	68,04 %

			Prozente Stickstoff des ges. Stickstoffs.
		Übertrag	68,04 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,02658 g b. 0,02488 g	0,02573 g N	25,68 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00205 g b. 0,00185 g	0,00195 g N	0,75 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00990 g b. 0,00948 g	0,00969 g N	3,85 %
			98,32 %

15 g Aleuronat = 13,634 g wasserfreie Substanz = 2,11 g Stickstoff mit 1 Liter 0,2 % Kalihydratlösung.

			Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,00263 g b. 0,00330 g	0,00296 g N	0,01 %	0,02 %	0,14 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,2100 g b. 0,2133 g	0,2117 g N	1,41 %	1,55 %	10,03 %
Filtrat auf 500 cc eingedampft.					
In 20 cc Albumosen	a. 0,05505 g b. 0,05270 g	0,05387 g N	8,97 %	9,87 %	63,82 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,01065 g b. 0,01454 g	0,01259 g N	2,09 %	2,31 %	14,91 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00403 g b. 0,00403 g	0,00403 g N	0,26 %	0,29 %	1,91 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,02168 g b. 0,01699 g	0,01933 g N	1,28 %	1,41 %	9,16 %
			14,02 %	15,45 %	99,97 %

10 g Legumin = 9,044 g wasserfreie Substanz = 1,2758 g Stickstoff mit 500 cc 0,2 % Kalihydratlösung.

			Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,0180 g b. 0,0205 g	0,0192 g N	0,19 %	0,21 %	1,50 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,0838 g b. 0,0901 g	0,0869 g N	0,87 %	0,96 %	6,81 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.					
In 20 cc Albumosen	a. 0,07522 g b. 0,07489 g	0,07505 g N	9,38 %	10,37 %	73,53 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,01190 g b. 0,01660 g	0,01125 g N	1,40 %	1,55 %	11,02 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00575 g b. 0,00575 g	0,00575 g N	0,28 %	0,31 %	2,25 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00575 g b. 0,00595 g	0,00585 g N	0,29 %	0,32 %	2,29 %
			12,41 %	13,72 %	97,40 %

Der besseren Übersicht halber sind die Prozente Stickstoff kurz susammengestellt.

	Albumin.	Fibrin.	Kleber.	Legumin.
Ungelöst	0,75 %	0,30 %	0,14 %	1,50 %
Ausgeschieden	6,55 %	8,06 %	10,03 %	6,81 %
Albumosen	71,02 %	59,68 %	63,82 %	73,53 %
Peptone	15,45 %	25,68 %	14,91 %	11,02 %
Ammoniak	1,64 %	0,75 %	1,91 %	2,25 %
Säureamide	3,88 %	3,85 %	9,16 %	2,29 %
	99,29 %	98,32 %	99,97 %	97,40 %

Die Hydratation ist am weitesten vorgeschritten beim Fibrin, als dem am leichtesten löslichen Körper. Es bildeten 25 % Pepton, während bei den übrigen Eiweisskörpern die gebildeten Peptone zwischen 11 und 15 % schwankten.

Die Kleberproteinstoffe dagegen zeichneten sich durch einen besonders hohen Gehalt an Säureamiden 9 % aus,

während diese bei den übrigen Proteinstoffen nur innerhalb enger Grenzen von 2,25 % bis 3,88 % schwankten.

II. Behandlung mit 0,2 % Salzsäure während drei Stunden bei drei Atmosphären.

Die Analyse der so aus den verschiedenen Versuchsobjekten dargestellten Lösungen ergab folgende Resultate.

20 g Albumin = 15,80 g wasserfreie Substanz = 2,316 g Stickstoff mit 1 Liter 0,2 % Salzsäure.

			Prozente Stickstoff		
			der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,0158 g b. 0,0163 g	0,0160 g N	0,08 %	0,10 %	0,69 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,7857 g b. 0,8552 g	0,8204 g N	4,10 %	5,31 %	35,43 %
Filtrat auf 500 cc eingedampft.					
In 20 cc Albumosen	a. 0,03210 g b. 0,02980 g	0,03090 g N	3,86 %	4,95 %	33,35 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,01426 g b. 0,01654 g	0,01540 g N	1,92 %	2,43 %	16,62 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,01546 g b. 0,01185 g	0,01365 g N	0,68 %	0,86 %	5,89 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00319 g b. 0,00319 g	0,00319 g N	0,16 %	0,20 %	1,37 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 750 mm T. 19,5° C[1] 5,30 cc = 0,00609 g b. Bar. 750 mm T. 26° C 5,10 cc = 0,00575 g	0,00592 g N	0,57 %	0,72 %	4,95 %
			11,37 %	14,57 %	98,30 %

[1] Dietrichs Tabelle. Koenig, Chemie der Nahrungs- und Genussmittel. Bd. II. S. 1282.

Fibrin, 1,2557 g Stickstoff enthaltend, mit 500 cc 0,2 % Salzsäure.

			Prozente Stickstoff des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,00585 g b. 0,00630 g	0,00607 g N	0,48 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,2125 g b. 0,2477 g	0,23010 g N	18,32 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.			
In 20 cc Albumosen	a. 0,02632 g b. 0,02632 g	0,02632 g N	26,20 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,03598 g b. 0,03080 g	0,03339 g N	33,23 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,02850 g b. 0,03000 g	0,02925 g N	11,64 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00436 g b. 0,00620 g	0,00528 g N	2,10 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 748 mm T. 17° C 5,60 cc = 0,00636 g b. Bar. 757 mm T. 17° C 5,80 cc = 0,00669 g	0,00652 g N	6,49 %
			98,46 %

15 g Aleuronat = 13,634 g wasserfreie Substanz = 2,11 g Stickstoff mit 1 Liter 0,2 % Salzsäure.

			Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,3744 g b. 0,3584 g	0,3664 g N	2,44 %	2,68 %	17,36 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,3967 g b. 0,3927 g	0,3947 g N	2,63 %	2,89 %	18,70 %
Filtrat auf 500 cc eingedampft.					
In 20 cc Albumosen	a. 0,02529 g b. 0,02535 g	0,08532 g N	4,22 %	4,64 %	30,00 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,00962 g b. 0,01098 g	0,01030 g N	1,71 %	1,88 %	12,20 %
		Latus	11,00 %	12,09 %	78,26 %

			Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs.
	Übertrag		11,00 %	12,09 %	78,26 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,03859 g b. 0,03719 g	0,03789 g N	2,52 %	2,80 %	17,95 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00237 g b. 0,00277 g	0,00257 g N	0,17 %	0,19 %	1,21 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 758 mm T. 19° C 2,40 cc = 0,00275 g b. Bar. 752 mm T. 20,5° C 2,70 cc = 0,00304 g	0,00289 g N	0,48 %	0,53 %	3,42 %
			14,17 %	15,61 %	100,84 %

10 g Legumin = 9,044 g wasserfreie Substanz = 1,2758 g N mit 500 cc 0,2 % Salzsäure.

			Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,2866 g b. 0,2664 g	0,2765 g N	2,76 %	3,05 %	21,67 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,17510 g b. 0,15825 g	0,16678 g N	1,66 %	1,84 %	13,07 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.					
In 20 cc Albumosen	a. 0,02886 g b. 0,02868 g	0,02879 g N	3,59 %	3,97 %	28,20 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,02730 g b. 0,02730 g	0,02730 g N	3,31 %	3,77 %	25,94 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,01790 g b. 0,01980 g	0,01880 g N	0,94 %	1,03 %	7,36 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00114 g b. 0,00125 g	0,00119 g N	0,06 %	0,07 %	0,46 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 753 mm T. 21° C 4,70 cc = 0,00534 g b. Bar. 758 mm T. 22° C 4,90 cc = 0,00555 g	0,00544 g N	0,68 %	0,75 %	5,33 %
			13,00 %	14,48 %	102,03 %

Der besseren Übersicht halber sind die Prozente des Gesammtstickstoffs kurz zusammengestellt.

	Albumin.	Fibrin.	Aleuronat.	Legumin.
Ungelöst	0,69 %	0,48 %	17,36 %	21,67 %
Ausgeschieden	35,42 %	18,32 %	18,70 %	13,07 %
Albumosen	33,35 %	26,20 %	30,00 %	28,20 %
Peptone	16,62 %	33,23 %	12,20 %	25,94 %
Ammoniak	5,89 %	11,64 %	17,95 %	7,36 %
Säureamide	1,37 %	2,10 %	1,21 %	0,46 %
Amidosäuren	4,95 %	6,49 %	3,42 %	5,33 %
	98,29 %	98,46 %	100,84 %	102,03 %

Albumin und Fibrin als leicht verdauliche Eiweisskörper wurden fast vollständig gelöst, während von den schwerer verdaulichen Substanzen ein grosser Teil ungelöst blieb. Bei der Neutralisation schieden sich erhebliche Mengen aus. Die Summe des ungelösten und ausgeschiedenen Stickstoffs schwankt bei Albumin, Aleuronat und Legumin nur innerhalb enger Grenzen von 34,74 bis 36,06 %, während die Summe beim Fibrin bedeutend geringer, etwa 19 % ist. Bei der alkalischen Behandlung bildeten sich mehr Säureamide als Ammoniak. Bei dieser Behandlung ist aber die Ammoniakbildung vorherrschend, und besonders Fibrin und in noch höherem Maasse zeichnet sich Aleuronat durch bedeutende Ammoniakbildung aus.

Dann ist noch der Frage näher zu treten, ob bei dieser Behandlung auch Amidosäuren entstehen oder nicht. Da es schwierig ist, diese in geringer Menge direkt nachzuweisen, verfuhren wir nach dem von C. Böhmer[1] angegebenen Verfahren.

Die zu dieser Bestimmung benutzten Filtrate des Phosphorwolframsäure-Niederschlages zeigten noch Biuretreaktion; es waren nicht alle Peptone ausgefällt. Nach 14tägigem Stehen der Filtrate schieden sich noch Peptone ab. Die mit dem Niederschlag angestellte Biuretreaktion

[1] Koenig, Chemie der Nahrungs- und Genussmittel. Bd. II.

wurde schärfer, während die Stärke der Biuretreaktion des Filtrates abnahm, aber doch noch nicht ganz verschwand; es waren also auch dann noch Peptone in Lösung. Diese nach 14 Tagen abgeschiedenen Peptonmengen schwankten, ausgedrückt in Prozenten des Gesammtsickstoffs, bei Albumin, Fibrin und Legumin zwischen 2,42 % und 2,95 %, während sich beim Aleuronat nur 0,81 % ausgeschieden hatte. Es lässt sich nun bei den geringen Mengen des für Amidosäuren gefundenen Stickstoffs annehmen, dass dieser nicht von Amidosäuren, sondern von den durch Phosphorwolframsäure nicht gefällten Peptonen herrührt, da salpetrige Säure auf diese in ähnlicher Weise einwirkt, wie auf Amidosäuren.

III. Pepsinverdauung.

Die Pepsinverdauung wurde vorgenommen mit Merkschem Pepsin. Um die Verdauungsprodukte der Eiweisskörper bestimmen zu können, musste auch untersucht werden, welche Veränderungen das Pepsin, für sich verdaut, erleidet. Um dann die den Eiweisskörpern entsprechenden Mengen der Hydratationsprodukte zu finden, müssen von den Hydratationsprodukten aus Eiweiss + Pepsin die dem angewandten Pepsin entsprechenden Mengen abgezogen worden.

8 g Pepsin = 0,8004 g Stickstoff mit 300 cc Wasser und 0,8 % Salzsäure 24 Stunden verdaut.

			Prozente Stickstoff des ges. Stickstoffs
Ungelöst	a. 0,0037 g b. 0,0040 g	0,00385 g N	0,48 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,02180 g b. 0,02418 g	0,02299 g N	2,85 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.			
In 20 cc Albumosen	a. 0,00985 g b. 0,00928 g	0,00956 g N	14,86 %
			Latus 18,19 %

				Prozente Stickstoff des ges. Stickstoffs
			Übertrag:	18,19 %
In 20 cc Peptone	a. 00,03505 g b. 0,03445 g		0,03475 g N	54,02 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00588 g b. 0,00582 g		0,00585 g N	3,63 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00195 g b. 0		0,00097 g N	0,60 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 754 mm T. 16 °C 12,90 cc = 0,01491 g b. Bar. 754 mm T. 17,5 °C 13,60 cc = 0,01561 g		0,01526 g N	23,71 %
				100,15 %

Bei dieser Verdauung konnten die Albumosen nicht durch Zinksulfat abgeschieden werden. Es entstand eine trübe Flüssigkeit, welche sich weder klar absetzte noch sich klar filtrieren liess. Die Albumosen wurden durch Ammonsulfat abgeschieden.

Zur Verdauung dieser Eiweisskörper ist der achte Teil des zur Selbstverdauung des Pepsins benutzten Menge angewandt. Um nun die in 20 bezw. 50 cc enthaltenen Hydratationsprodukte der Proteinsubstanzen zu finden, brachten wir von den Hydratationsprodukten aus Protein + Pepsin den 8. Teil der in dem gleichen Volumen enthaltenen Produkte der Selbstverdauung des Pepsins in Abzug.

10 g Albumin = 7,90 g wasserfreie Substanz = 1,158 g Stickstoff mit 1 g Pepsin = 0,10005 g Stickstoff, 300 cc Wasser, 0,8 % Salzsäure 24 Stunden verdaut.

		dem Ges.-Stickstoff entsprechend		dem angew. Pepsin entsprech.	dem angew. Protein entsprech.	Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs
Ungelöst	a. 0,00500 g b. 0,00560 g	0,00530 g		0,00480 g	0,00070 g N	0,007 %	0,008 %	0,06 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,01405 g b. 0,01430 g	0,01417 g		0,00287 g	0,01130 g N	0,11 %	0,14 %	0,97 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.								
In 20 cc Albumosen	a. 0,05076 g b. 0,05070 g	0,05073 g		0,00119 g	0,04954 g N	6,24 %	7,90 %	53,90 %
In Filtrat Peptone	a. 0,03460 g b. 0,03381 g	0,03420 g		0,00434 g	0,02986 g N	3,73 %	4,77 %	32,18 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00620 g b. 0,00570 g	0,00595 g		0,00073 g	0,00522 g N	0,26 %	0,32 %	2,25 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,01110 g b. 0,01310 g	0,01210 g		0,00012 g	0,01980 g N	0,60 %	0,75 %	5,17 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 750 mm T. 20° C 6,50 cc = 0,00744 g b. Bar. 752 mm T. 21,5° C 7,05 cc = 0,00790 g	0,00767 g		0,00190 g	0,00577 g N	0,72 %	0,91 %	6,22 %
						11,66 %	14,79 %	100,75 %

Fibrin, 0,9601 g Stickstoff enthaltend, mit 1 g Pepsin = 0,10005 g Stickstoff, 300 cc Wasser, 0,8 % Salzsäure 24 Stunden verdaut.

		dem ges. Stickstoff entsprechend	dem angew. Pepsin entsprech.	dem angew. Eiweiss entsprech.	Prozente Stickstoff des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,00388 g b. 0,00432 g	0,00410 g	0,00480 g	0,00362 g N	0,37 %
Ausgeschieden	a. 0,01942 g b. 0,02493 g	0,02217 g	0,00287 g	0,01930 g N	2,01 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.					
In 20 cc Albumosen	a. 0,04032 g b. 0,04054 g	0,04043 g	0,00119 g	0,03924 g N	51,08 %
In Filtrat Peptone	a. 0,03174 g b. 0,02937 g	0,03055 g	0,00434 g	0,02621 g N	34,12 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00468 g b. 0,00526 g	0,00497 g	0,00073 g	0,00424 g N	2,20 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00486 g b. 0,00468 g	0,00477 g	0,00012 g	0,00465 g N	2,42 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 750 mm T. 23,5 ° C. 5,40 cc = 0,00598 g b. Bar. 754 mm T. 23 ° C. 4,95 cc = 0,00553 g	0,00575 g	0,00190 g	0,00385 g N	5,01 %
					97,21 %

10 g Aleuronat = 9,089 g wasserfreie Substanz = 1,408 g Stickstoff mit 1 g Pepsin = 0,10005 g Stickstoff, 300 cc Wasser und 0,8 % Salzsäure, 24 Stunden verdaut.

		dem ges. Stickstoff entsprechend	dem angew. Pepsin entsprech.	dem angew. Eiweiss entsprech.	Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs
Ungelöst	a. 0,18176 g b. 0,16976 g	0,17576 g	0,00480 g	0,17096 g N	1,70 %	1,88 %	12,21 %
Ausgeschieden	a. 0,02310 g b. 0,01982 g	0,02146 g	0,00287 g	0,01861 g N	0,18 %	0,24 %	1,32 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.							
In 20 cc Albumosen	a. 0,06222 g b. 0,06002 g	0,06112 g	0,00119 g	0,05993 g N	7,49 %	8,24 %	53,21 %
In Filtrat Peptone	a. 0,02200 g b. 0,02294 g	0,02247 g	0,00434 g	0,01813 g N	2,27 %	2,50 %	16,17 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00748 g b. 0,00690 g	0,00719 g	0,00073 g	0,00646 g N	0,32 %	0,35 %	2,29 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,03032 g b. 0,03916 g	0,03484 g	0,00012 g	0,03472 g N	1,73 %	1,91 %	12,32 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 751 mm T. 21° C. 3,90 cc = 0,00410 g b. 758 mm T. 21° C. 4,20 cc = 0,00478 g	0,00444 g	0,00190 g	0,00254 g N	1,31 %	0,33 %	2,25 %
					14,00 %	15,45 %	99,77 %

8 g Legumin = 7,2712 g wasserfreie Substanz = 1,0206 g Stickstoff mit 1 g Pepsin = 0,10005 g Stickstoff, 300 cc Wasser und 0,8 % Salzsäure 24 Stunden verdaut.

		dem ges. Stickstoff entsprechend	dem angew. Pepsin entsprech.	dem angew. Eiweiss entsprech.	Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs
Ungelöst	a. 0,04208 g b. 0,04106 g	0,04157 g	0,00480 g	0,03677 g N	0,46 %	0,50 %	3,60 %
Ausgeschieden	a. 0,31260 g b. 0,29480 g	0,30370 g	0,00287 g	0,27500 g N	3,44 %	3,79 %	26,94 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.							
In 20 cc Albumosen	a. 0,03500 g b. 0,03620 g	0,03560 g	0,00119 g	0,03441 g N	5,38 %	5,91 %	42,17 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,02007 g b. 0,02183 g	0,02095 g	0,00434 g	0,01661 g N	2,59 %	2,85 %	20,34 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00259 g b. 0,00189 g	0,00224 g	0,00073 g	0,00151 g N	0,09 %	0,13 %	0,73 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00706 g b. 0,00635 g	0,00663 g	0,00012 g	0,00651 g N	0,40 %	0,43 %	3,18 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 748 mm T. 20,5 ° C. 3,20 cc = 0,00394 g b. 756 mm T. 20 ° C. 4,20 cc = 0,00477 g	0,00436 g	0,00190 g	0,00246 g N	0,38 %	0,42 %	3,01 %
					12,74 %	14,03 %	99,97 %

Der besseren Übersicht halber sind die Prozente des Gesamtstickstoffs kurz zusammengefasst.

	Albumin	Fibrin	Aleuronat	Legumin
Ungelöst	0,06 %	0,37 %	12,21 %	3,60 %
Ausgeschieden	0,97 %	2,01 %	1,32 %	26,94 %
Albumosen	53,90 %	51,08 %	53,21 %	42,17 %
Peptone	32,18 %	34,12 %	16,17 %	20,34 %
Ammoniak	2,25 %	2,20 %	2,29 %	0,73 %
Säureamide	5,17 %	2,42 %	12,32 %	3,18 %
Amidosäuren	6,22 %	5,01 %	2,25 %	3,01 %
	100,75 %	97,21 %	99,77 %	99,97 %

Bei der Pepsinverdauung haben sich nicht unerhebliche Mengen Pepton gebildet. Ewald und Gumlich[1] fanden im Magen nur wenig Pepton. Sie begründeten dies mit der Annahme, dass die Peptone den Magen eher verlassen als die Albumosen.

Chittenden und Ammermann[2] finden ebenfalls die Peptonbildung bei der Pepsinverdauung bestätigt. Während aber die Albumosenbildung sehr rasch erfolgt, ist dagegen die Bildung wahren Peptons durch den Magensaft ein langsamer Prozess. Sie fanden 3—4 Stunden nach Einführung von koaguliertem Hühnereiweiss in den Magen 62 % Albumosen und 37 % Pepton vorhanden. Es ist aber die natürliche Verdauung nicht mit der künstlichen zu vergleichen, wenigstens nicht vollständig. Der Prozess geht bei der natürlichen Verdauung durch die stete Bewegung des Magens sowohl als auch durch das fortwährende Zufliessen neuer Verdauungssäfte viel schneller vor sich.

Zur Bestimmung der Amidosäuren haben wir auch hier das von C. Böhmer angegebene Verfahren angewandt. Die Filtrate des Phosphorwolframsäure-Niederschlages

[1] Bkl. 27, Nr. 44. C. m. 29. 78—79, 31/1.

[2] The journ. of physiol. Juni 94.

gaben Biuretreaktion; nach 14tägigem Stehen hatten sich noch teilweise erhebliche Mengen Peptone abgeschieden, aus der Albuminverdauung 3,76 % des ges. Stickstoffs, bei Fibrin 2,96 %, bei Aleuronat 1,42 % und bei Legumin 1,32 %. Aber auch dann noch zeigten die Filtrate Biuretreaktion, und besonders deutlich beim Eindampfen auf die Hälfte des Volumens. Es waren also nicht alle Peptone ausgefällt. Auch hier stammt der gefundene Amidostickstoff aus den durch Phosphorwolframsäure nicht gefällten Peptonen, da salpetrige Säure auf Peptone in ähnlicher Weise wirkt wie auf Amidosäuren. Auch Kühne[1] und Neumeister[1] stellen die Bildung von Amidosäuren, wie Leucin und Tyrosin bei der Pepsinverdauung in Abrede.

IV. Pankreasverdauung.

Der Pankreassaft wurde nach der Vorschrift von von Stutzer[2] aus den Bauchspeicheldrüsen bereitet.

Zunächst überliessen wir Pankreassaft der Selbstverdauung, um später bei der Bestimmung der Hydratationsprodukte der Pankreasverdauungen von Eiweisskörpern, die dem Pankreassaft entsprechende Stickstoffmenge in Abzug bringen zu können.

550 cc Pankreassaft = 0,7490 g Stickstoff 24 Stunden für sich verdaut

			Prozente Stickstoff des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,00612 g b. 0,00839 g	0,00725 g	0,97 %
Ausgeschieden bei Neutrol.	a. 0,01170 g b. 0,01650 g	0,01410 g	1,88 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.			
In 20 cc Albumosen	a. 0,00144 g b. 0,00132 g	0,00138 g	2,30 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,03111 g b. 0,03021 g	0,03066 g	51,16 %
		Latus	56,31 %

[1] Centr.-Bl. of Physolog. 74. 82—84. 4./11. 93.

[2] Koenig, Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, Bd. II. 1278.

			Prozente Stickstoff des ges. Stickstoffs.
		Übertrag	56,31 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,01052 g b. 0,01063 g	0,01057 g	7,05 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00234 g b. 0,00275 g	0,00254 g	1,69 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 746 mm, T. 19° C. 18,95 cc = 0,02135 g b. Bar. 744 mm, T. 18° C. 19,30 cc = 0,02181 g	0,02158 g	36,01 %
			101,06 %

Um die den angewandten Eiweisskörpern entsprechenden Mengen der Hydratationsprodukte zu finden, multiplizierten wir die in der gleichen Menge der Selbstverdauung des Pankreassaftes gefundenen Produkte mit $^{8}/_{11} = 1{,}7272$ und brachten die so gefundenen Zahlen von den aus Protein + Pankreassaft sich ergebenden Mengen der Hydratationsprodukte in Abzug.

8 g Albumin = 6,320 g wasserfreie Substanz = 0,9264 g Stickstoff mit 400 cc Pankreassaft = 0,5447 g Stickstoff 24 Stunden verdaut.

	dem ges. Stickstoff entsprechend		dem angew Pankreass. entsprech.	dem angew. Protein entsprech.	Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,02344 g b. 0,02210 g	0,02277 g	0,00527 g	0,01750 g N	0,22 %	0,27 %	1,88 %
Ausgeschieden	a. 0,02980 g b. 0,02432 g	0,02706 g	0,01025 g	0,01681 g N	0,21 %	0,26 %	1,81 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.							
In 20 cc Albumosen	a. 0,00490 g b. 0,00511 g	0,00500 g	0,00100 g	0,00400 g N	0,62 %	0,79 %	5,39 %
In Filtrat Peptone	a. 0,05813 g b. 0,06103 g	0,05958 g	0,02527 g	0,03431 g N	5,36 %	6,78 %	46,29 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00946 g b. 0,00931 g	0,00938 g	0,00768 g	0,00170 g N	0,10 %	0,13 %	0,91 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00446 g b. 0,00499 g	0,00472 g	0,00184 g	0,00288 g N	0,18 %	0,22 %	1,55 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 748 mm, T. 17,5° C. 42,20 cc = 0,04807 g b. Bar. 752 mm, T. 17° C. 41,60 cc = 0,04775 g	0,04791 g	0,01569 g	0,03222 g N	5,03 %	6,37 %	43,02 %
					11,72 %	14,82 %	100,85 %

Fibrin, 1,0094 g Stickstoff enthaltend, mit 400 cc Pankreassaft = 0,5447 g Stickstoff 24 Stunden verdaut.

	dem ges. Stickstoff entsprechend.		dem angew. Pankreass. entsprech.	dem angew. Protein entsprech.	Prozente Stickstoff des ges. Stickstoffs
Ungelöst	a. 0,00823 g b. 0,00713 g	0,00768 g	0,00527 g	0,00241 g N	0,23 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,02700 g b. 0,03310 g	0,03005 g	0,01025 g	0,01980 g N	1,96 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.					
In 20 cc Albumosen	a. 0,00390 g b. 0,00421 g	0,00405 g	0,00100 g	0,00305 g N	3,77 %
Im Filtrat Peptone	a. 0,05763 g b. 0,05551 g	0,05657 g	0,02527 g	0,03130 g N	38,75 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,01266 g b. 0,01189 g	0,01228 g	0,00768 g	0,00460 g N	2,27 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00230 g b. 0,00260 g	0,00245 g	0,00184 g	0,00061 g N	0,29 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 760 mm, T. 16° C. 48,85 cc = 0,05690 g b. Bar. 756 mm, T. 15° C. 48,40 cc = 0,05638 g	0,05664 g	0,01569 g	0,04095 g N	50,70 % 97,97 %

7 g Aleuronat = 0,362 g wasserfreie Substanz = 0,9856 g Stickstoff mit 400 cc Pankreassaft = 0,5447 g Stickstoff 24 Stunden verdaut.

	dem ges. Stickstoff entsprechend		dem angew. Pankreass. entsprech.	dem angew. Protein entsprech.	Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs
Ungelöst	a. 0,04670 g b. 0,04920 g	0,04790 g	0,00527 g	0,04263 g N	0,60 %	0,67 %	4,24 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,08280 g b. 0,09280 g	0,0878 g	0,01025 g	0,07735 g N	1,11 %	1,21 %	7,84 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.							
In 20 cc Albumosen	a. 0,00836 g b. 0,00867 g	0,00851 g	0,00100 g	0,00751 g N	1,24 %	1,47 %	9,50 %
In Filtrat Peptone	a. 0,04059 g b. 0,04307 g	0,04183 g	0,02527 g	0,01656 g N	2,94 %	3,25 %	21,00 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,02112 g b. 0,02112 g	0,02112 g	0,00768 g	0,01344 g N	0,94 %	1,05 %	6,81 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,02306 g b. 0,02212 g	0,02259 g	0,00184 g	0,02075 g N	1,48 %	1,63 %	10,52 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 750 mm, T. 18,5° C 43,00 cc = 0,04888 g b. Bar. 751 mm, T. 19° C 42,95 cc = 0,04874 g	0,04881 g	0,01569 g	0,03312 g N	5,91 %	6,50 %	42,00 %
					14,22 %	15,78 %	101,91 %

7,5 g Legumin = 6,783 g wasserfreie Substanz = 0,9696 g Stickstoff mit 400 cc Pankreassaft = 0,5447 g Stickstoff 24 Stunden verdaut.

	dem ges. Stickstoff entsprechend		dem angew. Pankreass. entsprech.	dem angew. Protein entsprech.	Prozente Stickstoff der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoffs.
Ungelöst	a. 0,06912 g b. 0,06412 g	0,06662 g	0,00527 g	0,06135 g N	0,81 %	0,90 %	6,31 %
Ausgeschieden bei Neutral.	a. 0,34180 g b. 0,32270 g	0,33220 g	0,01025 g	0,32195 g N	4,29 %	4,74 %	33,20 %
Filtrat auf 250 cc eingedampft.							
In 20 cc Albumosen	a. 0,01504 g b. 0,01685 g	0,01594 g	0,00100 g	0,01494 g N	2,34 %	2,58 %	18,11 %
In 20 cc Pepton	a. 0,03587 g b. 0,03610 g	0,03598 g	0,02527 g	0,01071 g N	1,78 %	1,95 %	13,80 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00784 g b. 0,00795 g	0,00790 g	0,00768 g	0,00022 g N	0,01 %	0,01 %	0,11 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00446 g b. 0,00497 g	0,00471 g	0,00184 g	0,00287 g N	0,19 %	0,21 %	1,47 %
In 20 cc Amidosäuren	a. Bar. 760 mm, T. 18,5° C. 30,05 cc = 0,03453 g b. Bar. 753 mm, T. 18,5° C. 29,95 cc = 0,03418 g	0,03435 g	0,01569 g	0,01866 g N	3,11 %	3,43 %	24,05 %
					12,53 %	13,82 %	97,05 %

Der besseren Übersicht halber sind die Prozente Stickstoff kurz zusammengestellt.

	Albumin	Fibrin	Aleuronat	Legumin
Ungelöst	1,88 %	0,23 %	4,24 %	6,31 %
Ausgeschieden	1,81 %	1,96 %	7,84 %	33,20 %
Albumosen	5,39 %	3,77 %	9,50 %	18,11 %
Peptone	46,29 %	38,75 %	21,00 %	13,80 %
Ammoniak	0,91 %	2,27 %	6,81 %	0,11 %
Säureamide	1,55 %	0,29 %	10,52 %	1,47 %
Amidosäuren	43,02 %	50,70 %	42,00 %	24,05 %
	100,85 %	97,97 %	101,91 %	97,05 %

Aleuronat zeichnet sich bei dieser Behandlung durch höhere Ammoniakbildung wie bei der Pepsinverdauung aus, während die Ammoniakbildung von Albumin, Fibrin und Legumin bei der Pepsinverdauung geringer ist. Ebenso ist die Säureamidbildung bei Aleuronat nur wenig geringer, bei den übrigen Proteinstoffen aber bedeutend geringer als bei der Pepsinverdauung.

Beim Vergleichen der Hydratationsprodukte dieser vier Proteine steigt vom Fibrin zum Albumin, Aleuronat und Legumin, der sich beim Neutralisieren ausscheidende Teil, ebenso die Bildung der Albumosen, während die Bildung der Peptone und Amidosäuren in demselben Maasse abnimmt. Weiterhin zeigt dieses Verhalten, dass die Peptone nicht direkt aus diesen Eiweissstoffen gebildet werden, sondern erst die gewöhnlichen Übergangsstufen durchzumachen haben.

Zum Schlusse seien noch Versuche mit Albumin und Aleuronat durch Einwirkung von Wasserdampf allein bei einem Druck von drei Atmosphären während drei Stunden angegeben.

Es entstand eine klare neutrale Lösung, aber ein grosser Teil der angewandten Substanz blieb ungelöst am Boden des Gefässes. Die Differenz aus dem angewandten Stickstoff und dem in Lösung gegangenen wurde als unlöslicher Teil betrachtet.

20 g Albumin mit Liter Wasser.

			Prozente Stickstoff		
			der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoff
Ungelöst	a. 1,111 g b. 1,339 g	1,225 g N	6,12 %	7,75 %	52,89 %
Filtrat auf 500 ec eingedampft.					
In 20 cc Albumosen	a. 0,03041 g b. 0,02809 g	0,02925 g N	3,65 %	4,62 %	36,00 %
In Filtrat Peptone	a. 0,00591 g b. 0,00529 g	0,00560 g N	0,70 %	0,88 %	6,04 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00572 g b. 0,00608 g	0,00590 g N	0,30 %	0,37 %	2,58 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,00272 g b. 0,00272 g	0,00272 g N	0,13 %	0,16 %	1,17 %
			10,90 %	13,78 %	98,68 %

20 g Aleuronat mit 1 Liter Wasser.

			Prozente Stickstoff		
			der angew. Subst.	der wasserfr. Subst.	des ges. Stickstoff
Ungelöst	a. 0,9161 g b. 0,7935 g	0,8548 g N	5,69 %	6,27 %	40,51 %
Filtrat auf 500 cc eingedampft.					
In 20 cc Albumosen	a. 0,03838 g b. 0,03784 g	0,03811 g N	6,35 %	6,80 %	45,15 %
In Filtrat Peptone	a. 0,00604 g b. 0,00574 g	0,00590 g N	0,98 %	1,08 %	6,99 %
In 50 cc Ammoniak	a. 0,00462 g b. 0,00408 g	0,00435 g N	0,29 %	0,31 %	2,06 %
In 50 cc Säureamide	a. 0,02155 g b. 0,02127 g	0,02141 g N	1,42 %	1,57 %	10,14 %
			14,73 %	16,03 %	104,85 %

Die Hydratationsprodukte dieser Behandlung sind vorwiegend Albumosen, während Peptone nur in geringer Menge gebildet werden. A. Denayer[1] behauptet, dass

[1] Communication faite au 10 me Congrès internationale des sciences de Berlin. Brüxelles. Imprimerie Gustav Deprez, chaussée de Haecht 107. 1891.

durch Wasserdampf keine Peptone gebildet werden, sogar durch einen Druck von 10—15 Atmosphären die tiefgehendsten Zersetzungen hervorgerufen würden, aber keine Peptone gebildet würden. Er führt zum Beweise an, dass im Filtrat der Ammonsulfatfällung keine Biuretreaktions eintrat. Wir können uns dieser Ansicht nicht anschliessen. Bei den von uns angewandten Bedingungen, dreistündiges Einwirken von drei Atmosphären, entstand Pepton in geringer Menge; im Filtrat der Ammonsulfatfällung entstand die Biuretreaktion.

Diese sich entgegengesetzten Urteile sind wohl veranlasst durch eine verschiedene vorbereitende Behandlung für die Biuretreaktion. Denayer hat alles Ammonsulfat zersetzt und das Ammoniak ausgetrieben durch Eindampfen bis zur Trockne mit einem Überschuss von Kalihydrat. Durch dieses Eindampfen werden aber sämtliche Peptone zerstört, ja nicht einmal ein Eindampfen zur Trockne ist erforderlich, sondern schon ein Eindampfen mit konzentrierter Lauge auf ein erheblich geringeres Volumen zerstört die Peptone. Dann kann auf Zusatz von Kupfersulfat keine Biuretreaktion eintreten.

Wir haben geringe und grössere Mengen Peptone mit konzentrierter Lauge teils zur Trockne eingedampft, teils auf ein erheblich geringeres Volumen durch mehrstündiges Stehen auf dem Wasserbade.

In allen diesen Fällen trat keine Biuretreaktion mehr ein.

Wir haben das Filtrat der Ammonsulfatfällung mit konzentrierter Lauge 5 Minuten auf dem kochenden Wasserbade erwärmt. Es wird hierdurch ein grosser Teil des Ammoniaks ausgetrieben. Dann trat auf Zusatz von Kupfersulfat bei Anwesenheit von Peptonen die Biuretreaktion ein. Das noch vorhandene Ammoniak stört die Reaktion nicht.

In Zusammenfassung der Versuchsergebnisse ergeben sich nachstehende Schlussfolgerungen.

1. Bei der Behandlung mit Alkali unter Druck entstehen vorwiegend Albumosen, während Peptone nur in geringer Menge gebildet waren.

2. Bei der Behandlung mit Säure wird eine weitergehende Hydratation bewirkt, als bei der Behandlung mit Alkali. Der ungelöst bleibende resp. sich beim Neutralisieren ausscheidende Teil, ebenso mehr oder weniger die Pepton- und Ammoniakbildung nehmen zu, während die Albumosenbildung abnimmt. Die Hydratation nimmt ab vom Fibrin zum Albumin, Aleuronat und Legumin.

3. Bei der Pepsinverdauung bilden sich vorwiegend Albumosen und nicht unerhebliche Mengen Pepton. Fibrin und Albumin zeigen ein gleiches Verhalten gegen Pepsin, während bei den pflanzlichen Eiweissstoffen die Hydratation nicht so weit geht, und zwar zeigt sich Aleuronat leichter verdaulich als Legumin.

4. Ein noch besseres Bild der Verdaulichkeit liefern die Resultate der Pankreasverdauungen. Dieser Prozess ruft tiefgehende Zersetzungen hervor; er nähert sich der Fäulnis. Es bilden sich nur wenig Albumosen, vorwiegend Peptone und Amidosäuren. Der sich beim Neutralisieren ausscheidende Teil nimmt vom Fibrin zum Albumin, Aleuronat und Legumin zu, ebenso die Albumosenbildung, während die Bildung von Peptonen und Amidosäuren in demselben Maasse abnimmt.

5. Was schliesslich die einzelnen Eiweissstoffe anbetrifft, so sind die tierischen Eiweissstoffe leichter verdaulich als die pflanzlichen und zwar Fibrin leichter verdaulich als Albumin und Aleuronat leichter als Legumin.

Die Versuche Gabriels[1], welcher die Verdauungsversuche an einem Hammel vornahm, haben dieselbe Bestätigung gegeben. Hier haben sich in der That die tierischen Eiweissstoffe, Kasein aus Milch und Albumin aus Eiern gewonnen, den pflanzlichen als überlegen

[1] Journ. f. Landw. 1889, Bd. 37, S. 175.

gezeigt, indem sie mehr Stickstoff zum Ansatz brachten als letztere. Nur das Konglutin, aus Lupinen gewonnen, bildet eine Ausnahme, da es bei dem höchsten Stickstoffgehalt und dem niedrigsten Kohlenstoffgehalt den geringsten Effekt am Körper geäussert hat.

Die so gefundenen Resultate stehen also im Einklang mit den bisher geltenden Ansichten über Verdaulichkeit und Nährwert der tierischen und pflanzlichen Eiweisskörper.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. König, Vorsteher der landwirthschaftlichen Versuchsstation in Münster, sowie dem Assistenten, Herrn Dr. A. Bömer, für die Anleitung und guten Rathschläge bei der Ausführung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank.